

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別:考察)

林園石化廠鍋爐更新統包工程設計製造監辦 出國報告書

服務機關：中國石油股份有限公司興建工程處

職 稱：課長

姓 名：楊易凡

職 稱：專案工程師

姓 名：許偉仁

出國地點：日本

出國期間：95年7月4日至7月10日

報告日期：95年10月2日

目次

壹、	目的-----	第 3 頁
貳、	過程-----	第 3~19 頁
參、	心得-----	第 19 頁
肆、	建議-----	第 19~20 頁

壹、 目的

- 一、 了解空氣預熱器(Air Preheater APH)基於本設計原理、廢熱回收系統、空氣預熱選用形式構造。
- 二、 了解汽輪機組設計、規劃、控制概念。
- 三、 提升對主要設備的之規劃、設計、監造、檢測之概念與能力。

貳、 過程

日期	參訪內容
95.7.4	高雄-大阪
95.7.5~95.7.6	公司：ALSTOM 地點：Kobe
95.7.7~95.7.9	大阪-東京 公司：FUJI 地點：Kawasaki /Tokyo
95.7.10	東京-高雄

一、空氣預熱器（Air Preheater，APH）的製造廠家 ALSTOM 位在日本關西的神戶市，因為 APH 利用氣體廢熱，操作上容易堵塞、積灰，所以本次採用可線上清洗的再生式 Ljunstrom 型，並對 APH 介紹如下：

1. 原理：燃燒機的火燄以輻射方式傳熱後，形成煙氣離開燃燒室；此煙氣仍帶有相當高的熱量，故必須設計廢熱回收系統予以回收熱量，回收的機制為對

流熱傳，回收的媒介物質（工質），理論上可以有相當多種物質，常用的為水及空氣。

在鍋爐的廢熱回收系統裡，過熱器及省煤器幾乎為標準的配備，而且長期以來被與蒸發器設計成共同的結構體，而不被視為廢熱回收設備。故一般所謂的廢熱回收設備，常指設於鍋爐本體以外的裝置。

空氣預熱器即為設置在鍋爐體外的廢熱回收裝置之一，進入空氣預熱器的煙氣仍有約 400°C 的熱能，經回收後的煙氣則約 130°C，回收的熱量將空氣由常溫（約以 25°C 計）加熱到 350°C，此熱空氣供應給燃燒機使用，可結省龐大的燃料費，且提高鍋爐的效率，故空氣預熱器為當下重要的節約能源設備之一。

2. 廢熱回收系統：

依媒介物質可分為四大類：

- a. 無媒介物質：此系統不需媒介物質，主要以膨脹機為能量轉換的核心設備，高溫煙氣衝擊膨脹機葉片，熱能轉換成軸功，該軸直接連結到發電機或空壓機，故可將回收的能量輸出給發電機發電或驅動空壓機，亦可稱為直接式廢熱回收系統。
- b. 以水為媒介物質：主要以廢熱鍋爐為能量轉換的核心設備，高溫煙氣經由隔板（可為管式、板式）將熱量傳給水，並加熱成蒸氣，若為飽和蒸氣可供製程使用，若為過熱蒸氣可供汽渦輪機使用，達到廢熱回收之功能。若煙氣走管側則稱為煙管式廢熱鍋爐；若煙氣走殼側則稱為水管式

廢熱鍋爐。

- c. 以空氣為媒介物質：主要以空氣預熱器為能量轉換的核心設備，高溫煙氣經由隔板（可為管式、板式）將熱量傳給空氣，並加熱成高溫空氣，此高熱空氣提供給燃燒機使用，可節省燃料費，達到廢熱回收之功能。

本案 26#鍋爐設置空氣預熱器來回收煙氣的廢熱。

- d. 以冷媒為媒介物質：主要以熱管（Heat Pipe）為能量轉換的核心元件，可以設計在廢熱鍋爐上，也可以設計在空氣預熱器上，而熱管可以更有效地達成廢熱回收之功能。

3. 空氣預熱器的種類、型式

空氣預熱器依據構造的不同可分成三大類：

- a. 回復式（Recuperative）空氣預熱器

回復式空氣預熱器的原理，乃利用隔板隔開冷熱流體，熱流體的熱量藉由煙氣的對流熱傳（Convection Heat Transfer）機制及隔板的傳導熱傳（Conduction Heat Transfer）機制，而傳熱給冷流體。依據隔板的結構型式，可分為管式及板式。

回復式空氣預熱器，適用於煙氣量較少，傳熱量較小的場合，無轉動元件故耐久性佳，此型式在流程與能源工業上使用量佔頗多。

- b. 再生式（Regeneration）空氣預熱器

再生式空氣預熱器，又稱為熱儲存式熱交換器，利用儲熱材儲存熱流

體的熱量，接著再將儲熱材與冷流體接觸而釋放出熱量，繼而冷流體被加熱，如此周而復始達成廢熱回收之功能。

依據儲熱材的結構型式，可分為旋轉式及固定式。

再生式旋轉式空氣預熱器適用於煙氣量較多，回收熱量較大的場合。

本案 26#鍋爐即採用此型式之空氣預熱器，其安裝位置大致如圖一所示。

c. 熱管式（Heat Pipe）空氣預熱器

將冷媒填充到密閉的銅管中，將銅管成列佈置到，銅管兩端分別擺在冷流體側及熱流體側，熱流體側的煙氣使冷媒吸熱汽化跑到冷流體側，冷媒放熱給冷流體使冷流體被加熱後凝結成液態，再回到熱流體側，如此周而復始達成廢熱回收之功能。

此型式之空氣預熱器號稱高效率，但流程與能源工業上使用量尚少見。

4. 再生旋轉式空氣預熱器

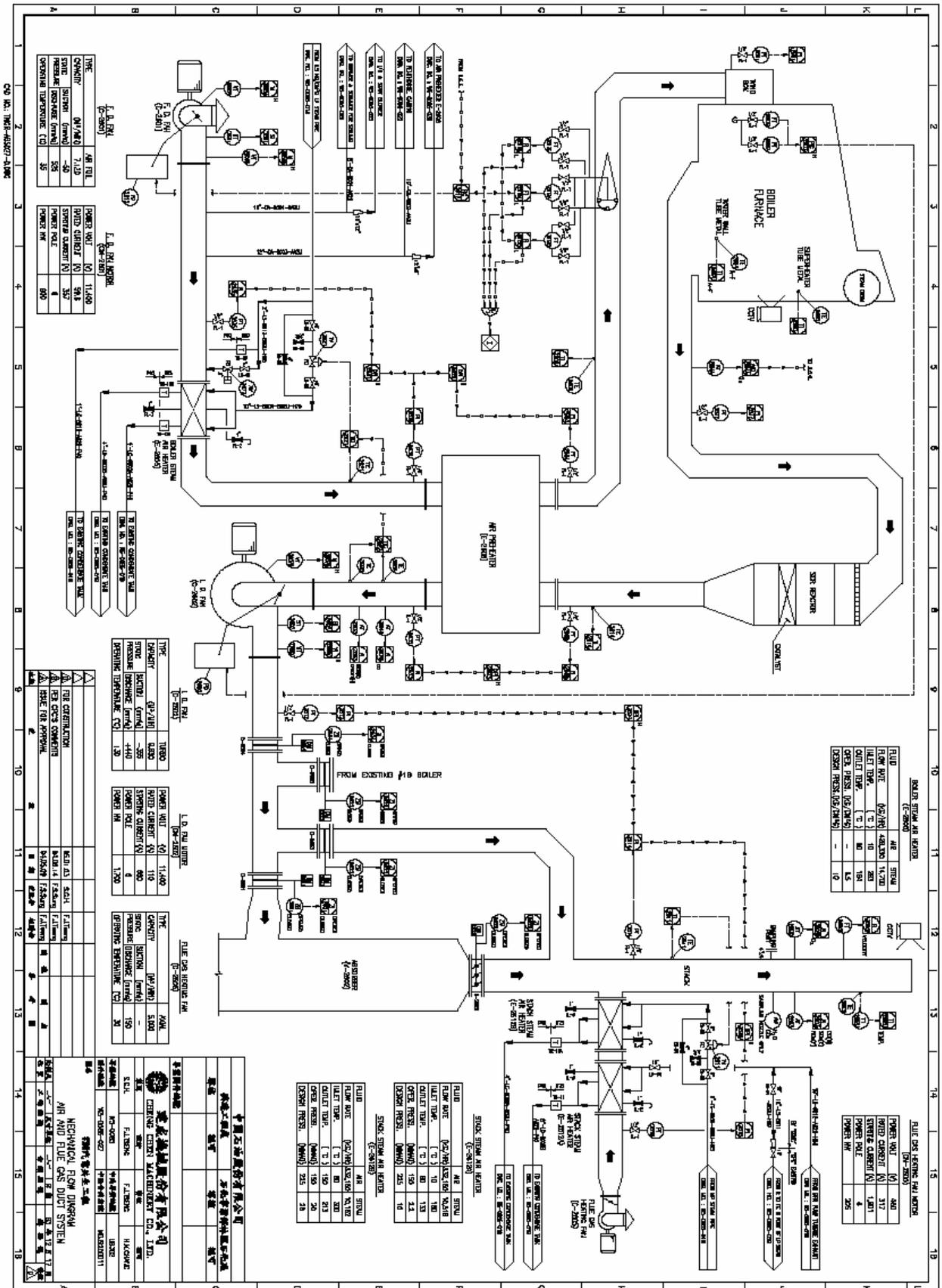
再生旋轉式空氣預熱器又稱為再生式 Ljunstrom 型空氣預熱器，主要結構系包含一組儲熱材所構成的轉子，旋轉機構及動力組、潤滑系統，機殼等組件，圖二為剖面示意組合圖

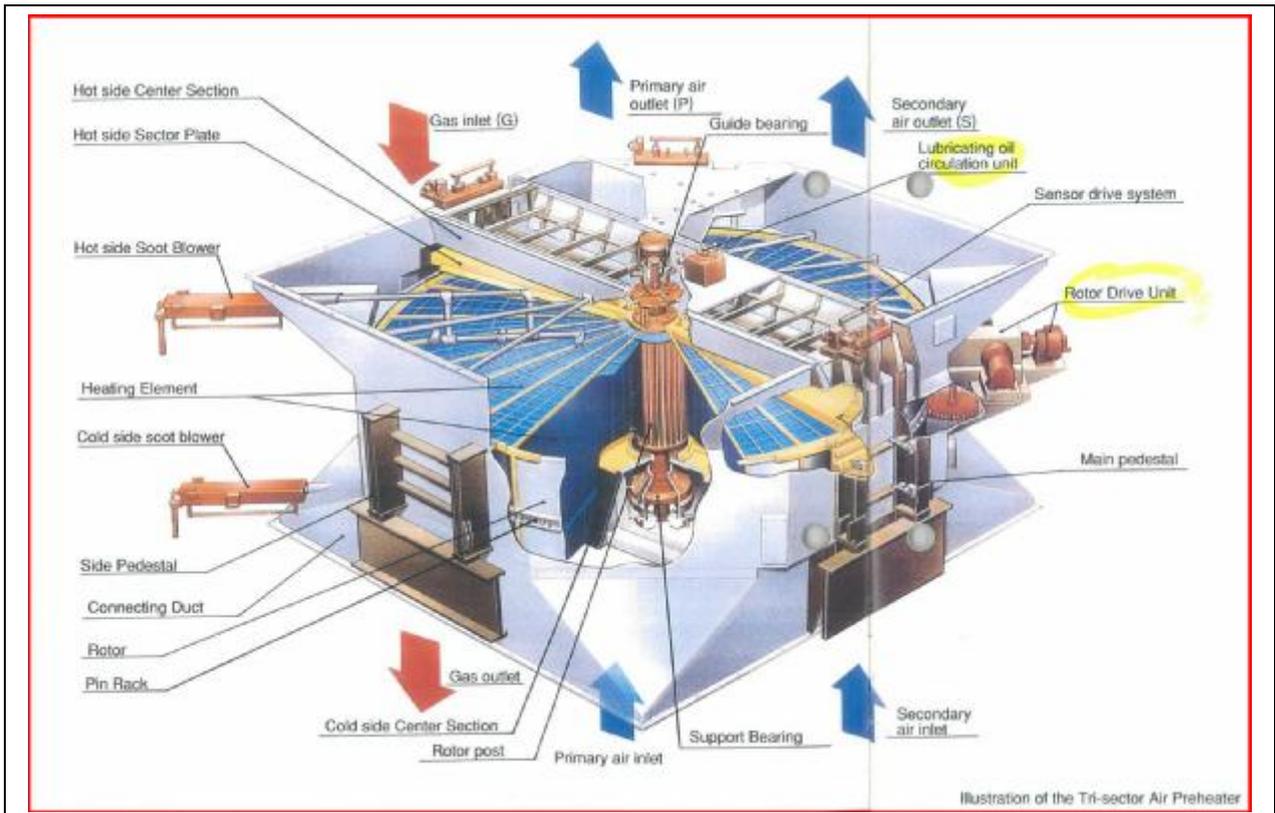
- a. 轉子的組成：傳熱材（或傳熱元件）一般選擇熱傳導效率較好的薄鋼板，壓製成各型波浪狀，如圖三所示。再將此傳熱材堆壘擺入成扇狀的藍子內，形成蜂巢狀如圖四下所示，其特色為傳熱面積大，儲熱能力高，數

十個藍子再置入圖形的框架中，即組成轉子。

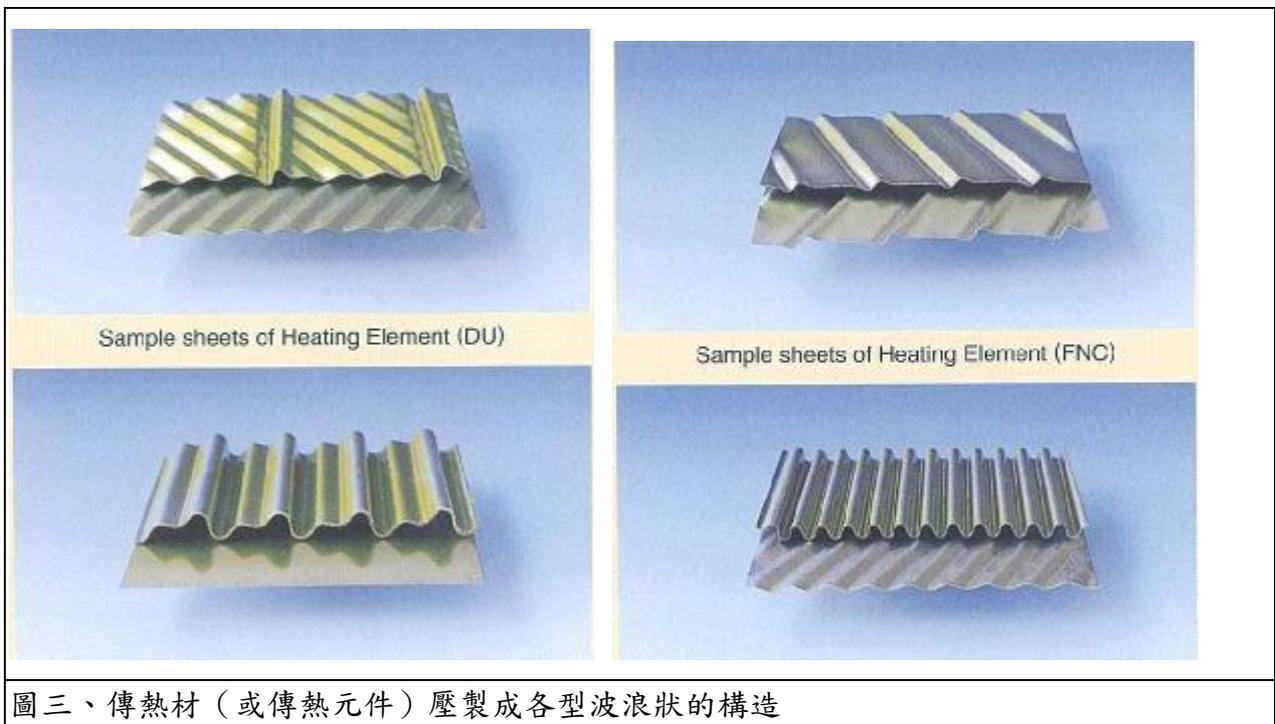
- b. 儲熱材的選用：因煙氣在 135°C 左右會造成硫酸露點腐蝕的問題，故儲熱材除了考慮熱傳導率之外，必須特別注意材料的耐蝕性的選用問題。
- c. 堵塞、積灰問題及線上清洗裝置：煙氣的塵粒及外來物沈積在蜂巢狀的儲熱材之間，造成熱傳效率差，壓降變大等多項不利操作的因素，以往此點經常造成跳車停爐，故 #26 鍋爐裝置線上清洗裝置 (On-Stream Washing Device, OSW)，此為製造商近年來最新的設計。蜂巢結構上加裝吹灰器 (soot blower) 及高壓噴水清洗器 (high-pressure jet water cleaning)，兩者可同時在生產中工作，可有效的清除堵塞及積灰等問題，避免非計劃性停爐問題，其構造如圖五所示意。
- d. 洩漏問題及改善：由於結構性的問題，旋轉式空氣預熱器很難避免熱流體洩漏的可能性，尤其當冷熱流體兩側的壓力差至 2~6 倍時，其洩漏現象變得非常嚴重，新式的 Sensor Drive System (SDS) 設計可以有效的降低洩漏量，該系統示意圖如圖六所示。

圖一、空氣預熱器在流程中的安裝位置示意圖





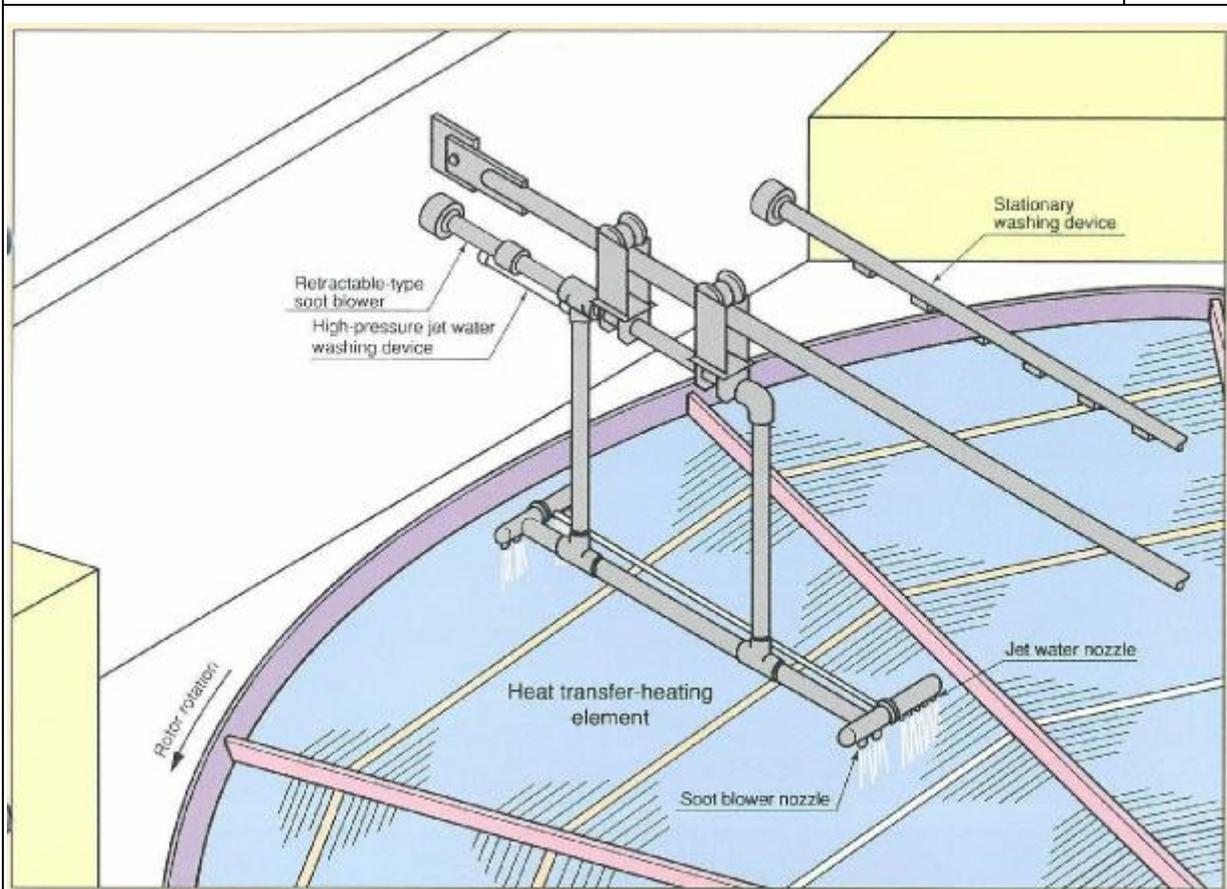
圖二、再生旋轉式空氣預熱器剖面示意組合圖



圖三、傳熱材（或傳熱元件）壓製成各型波浪狀的構造



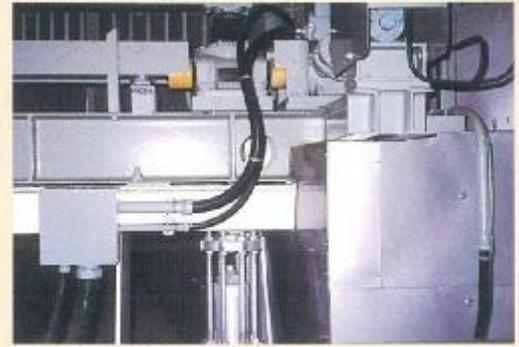
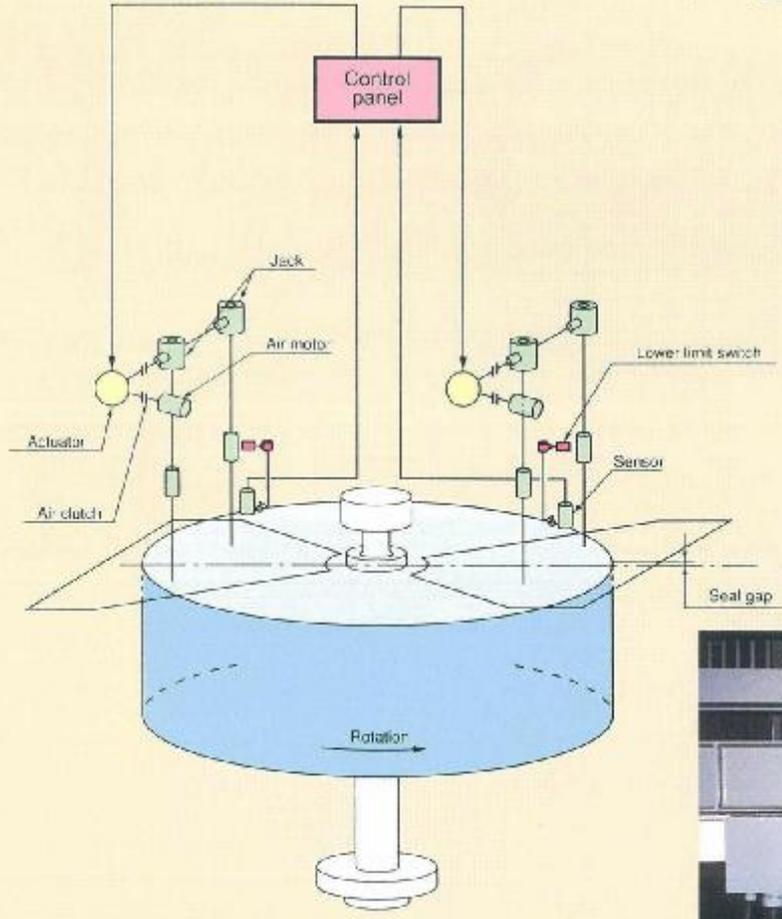
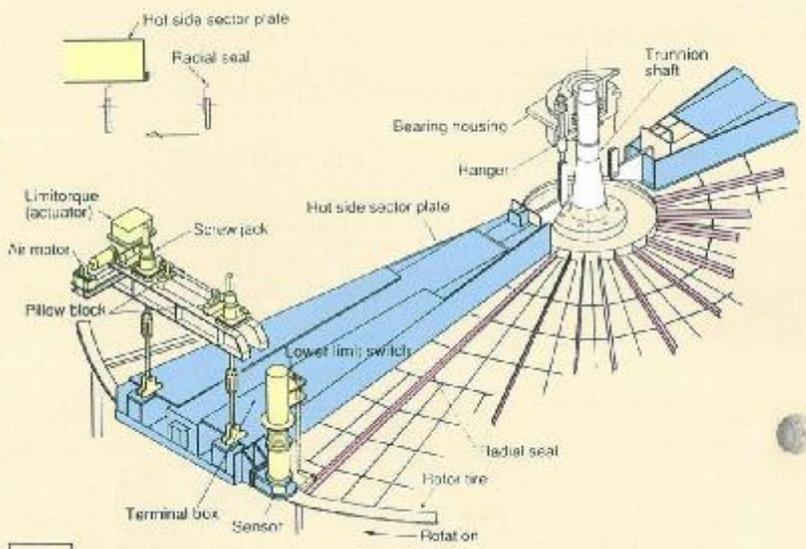
圖四、將傳熱材堆壘擺入成扇狀的藍子內，形成蜂巢狀



圖五、線上清洗裝置（On-Stream Washing Device，OSW）構造示意圖

Sensor Drive System (SDS)

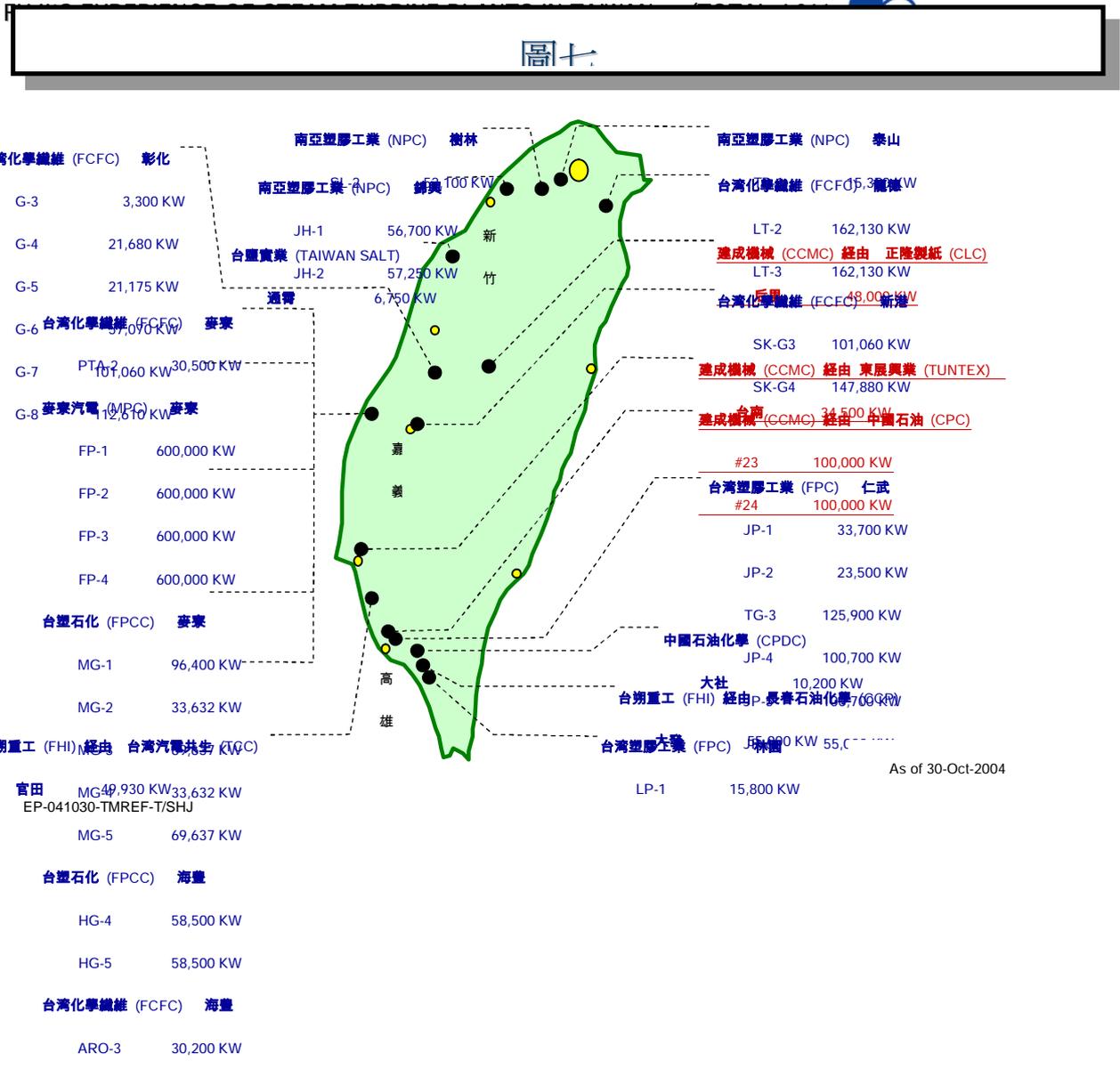
The gap between hot side sector plate and rotor is measured electrically to automatically pull or push the sector plate with the provided jack for the purpose of minimizing leakage from the hot side radial seal.



圖六、Sensor Drive System (SDS) 構造示意圖

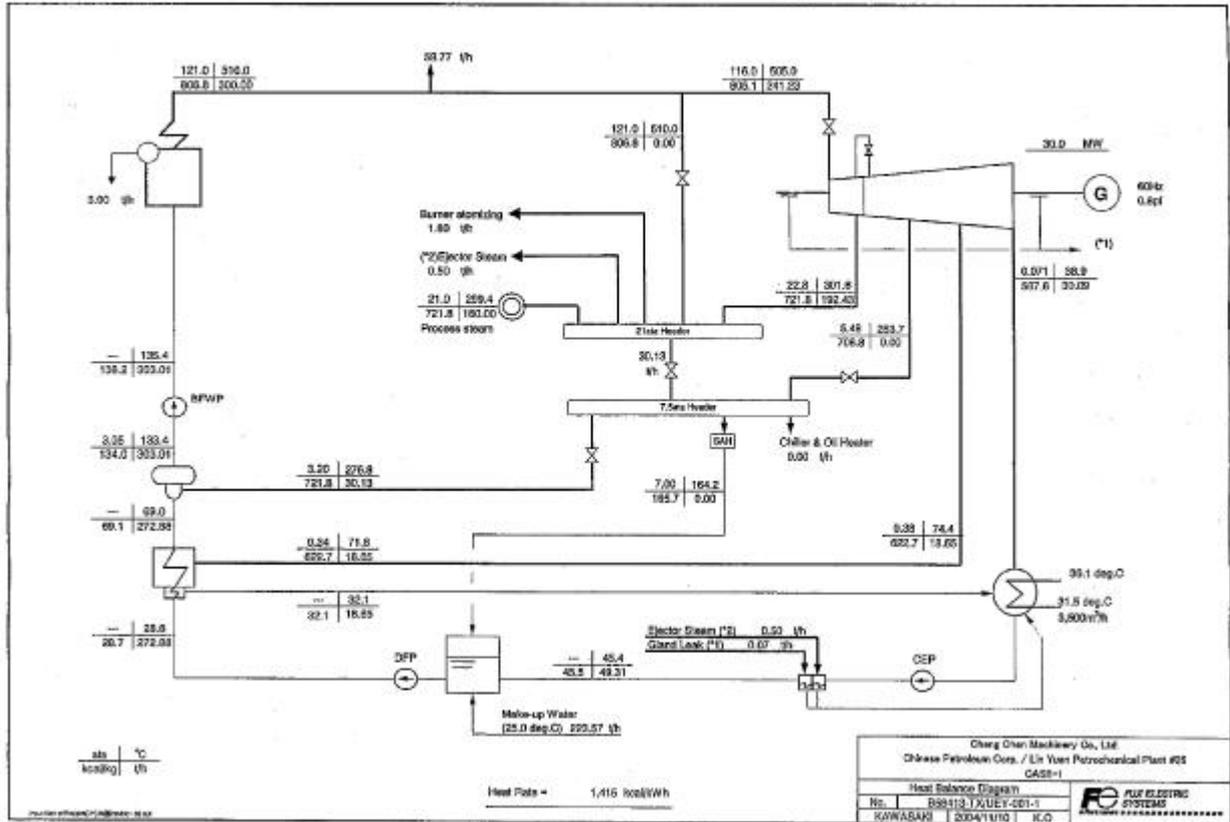
二、汽輪機組(Turbine-Generator)

富士電機公司(FUJI ELECTRIC SYSTEMS CO.LTD.)的地理位置在東京市郊的川崎(SAWASAKI)，是承攬商建成機械公司合作多年的下游廠商，在台灣業績豐富(圖七)。



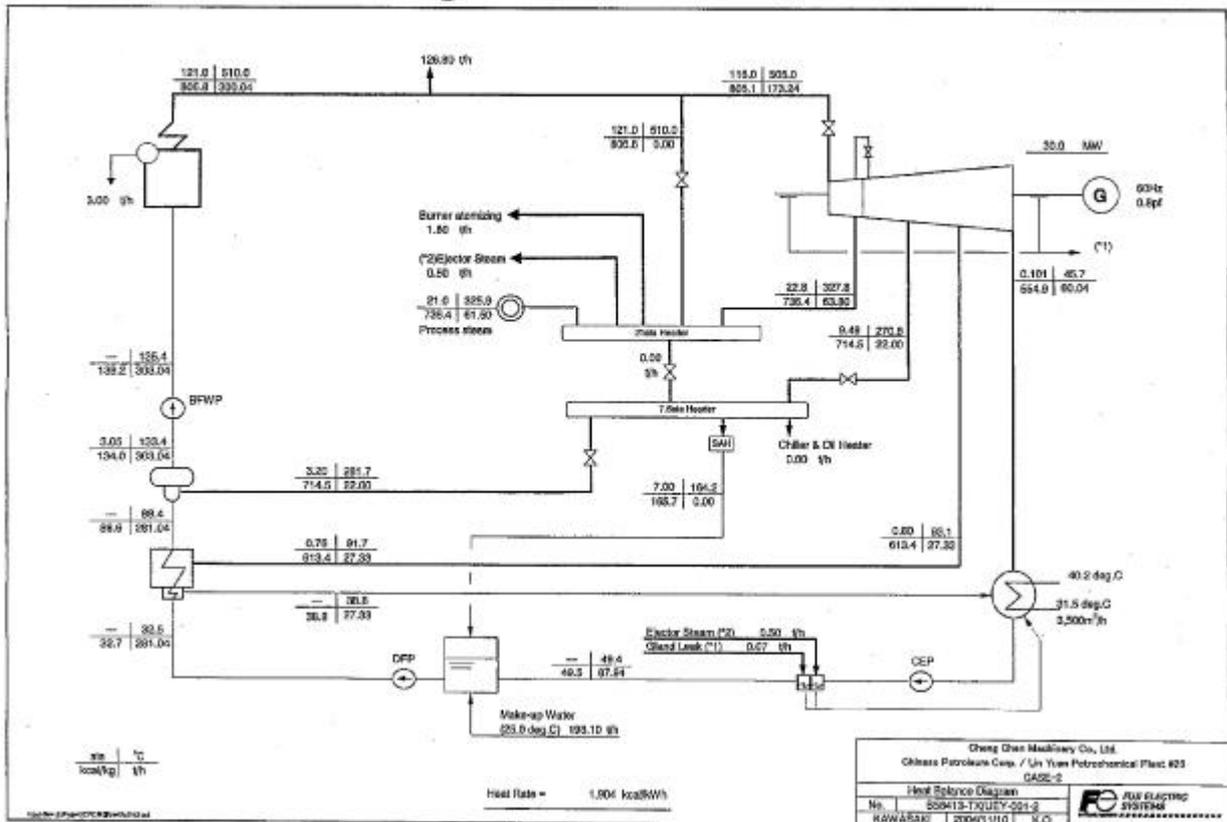
#26 汽電共生系統採用之機型為

Case 1.(圖九)此情況是 300 噸的高壓蒸汽 58.77 噸到林園廠蒸汽系統，241.23 噸進入 Turbine，發電 3 萬瓩後產出 160 噸 21 公斤之中壓蒸汽到林園蒸汽系統。



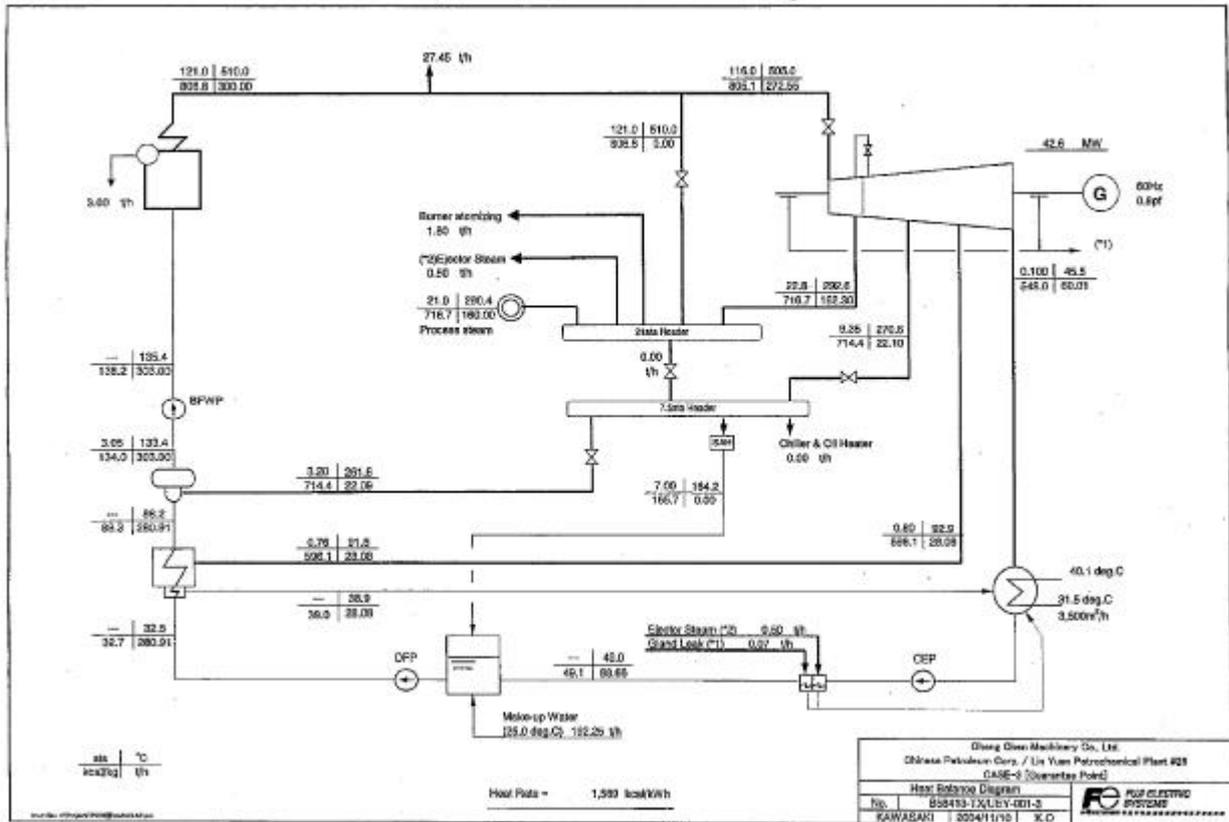
Case 2. (圖十)為 300 噸高壓蒸汽 126 噸到林園蒸汽系統，餘進 Turbine 發電 3 萬

瓦後，產出 61.5 噸中壓蒸汽。



Case 3. (圖十一)為 27.45 高壓蒸汽進入林園廠蒸汽系統後， 272.55 噸蒸汽進

Turbine 發電 4.26 萬瓩，並產出 160 噸中壓蒸汽。



這樣三種 Case 可以使林園廠在高壓、中壓蒸汽及發電量上有較大彈性之調度。

當然，Case 越多，控制邏輯就越複雜，在汽輪機控制概念及相關控制邏輯上有

5 項控制點。

汽輪機控制概念及相關控制邏輯：

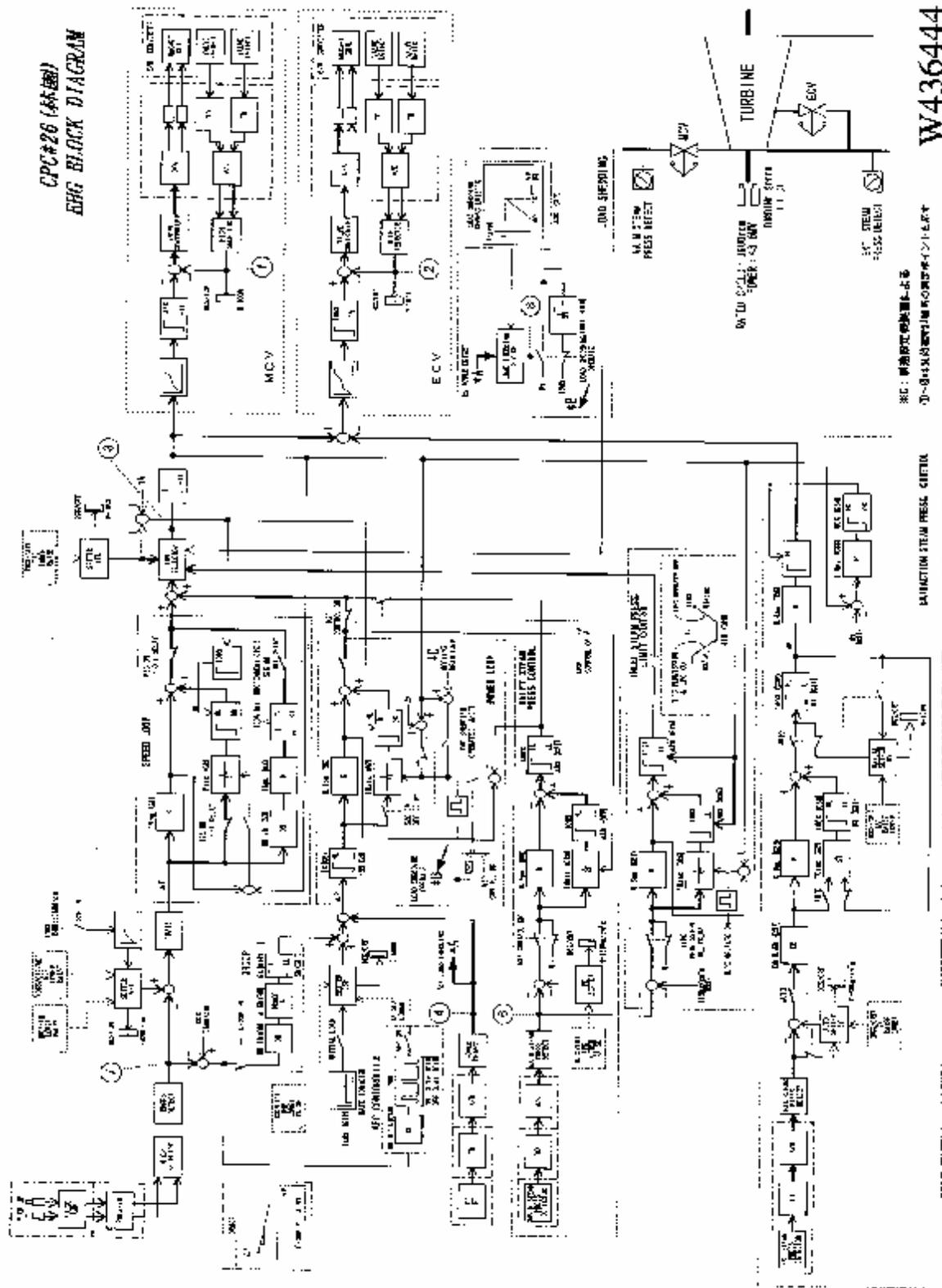
1. 速度控制器 (Turbine Speed Controller, 65F) 從汽機啟動 (Start up) 至同步並聯使用速度控制器，可由 DCS/TGR-CRT (汽機操作 HMI) 改變設定點。發電機並聯後不再使用速度控制器而切換至發電量控制器 (Generator Output Power

Controller)。

2. 發電量控制器 (Generator Output Power Controller, 65P) ，APC (Automatic Power Control) 發電機並聯後使用發電量控制器控制發電機輸出電量，可由 DCS/TGR-CRT(汽機操作 HMI) 改變設定點，在 APC (Automatic Power Control) 控制模式下執行自動發電量控制，不受外在電力系統頻率影響，也不受蒸汽系統壓力、溫度變化影響發電量
3. 自動頻率控制、AFC(Automatic Frequency Control) 當#26G 與台電迴路斷路 (只有鍋爐及水塔之電力負載)，或變電所和台電解聯林園石化廠電力系統自成一單獨之電力系統，都稱為獨立運轉 [ISLAND OPERATION] ，#26G 執行自動頻率控制之功能。
4. 主蒸汽壓力控制 IPC (Turbine Main Steam Pressure Control) ，主蒸汽壓力限制器 IPLC (Turbine Main Steam Pressure Limiting Controller) 正常情況時主蒸汽壓力由鍋爐控制，只有在鍋爐異常或系統有需要時汽機才會使用主蒸汽壓力控制。而鍋爐異常造成主蒸汽壓力低於主蒸汽壓力限制器設定點時，汽輪發電機組自動降發電量因應，以保護機組且避免高壓蒸汽系統壓力持續下降。
5. 抽汽壓力控制器 (Extraction Steam Pressure Controller)
控制抽汽之壓力，發電量大於額定 30% 才可使用抽汽壓力控制。

控制邏輯示意如圖十二：

参、心得



W436444

1871 年日本的明治維新運動開始，自此日本的整體體質好像脫胎換骨，一直延續到 135 年後的今天，期間雖為第二戰的戰敗國，但日本有能力侵入整個亞洲大陸，掀起太平洋戰爭的工業實力，就不得不令人佩服；在富士公司就可以從一個現場技術員的敬業感受整個製造工廠無形中似乎有一個紀律，每個員工都心甘情願，自動遵守這個紀律，讓工作進行的有條不紊。

像汽輪機這樣高度精密的工業，在參觀製造廠製造程序之後，參訪者無形中也會產生對未來產品的一份信任感；走出工廠，就是東京市，不停雙向循環的山手線都市列車，錯綜複雜的東京地鐵，加上連接整個日本的新幹線，到處都是洶湧的人潮，但都像列車走在軌道上一樣，井然有序；日本無論都市與鄉村，很少看到煙蒂、寶特瓶、紙屑等隨手丟棄的垃圾；擁擠的人潮裡幾乎沒聽到此起彼落的手機鈴聲，看到的手機對話都是輕聲細語，大家都為別人著想，其實就是為自己著想；日本成為工業大國，在世界中舉足輕重，就是因為他們的敬業，他們的守法，他們的公德心吧！

肆、建議

這次二人出國費用不到總預算的 0.014%，但有機會走訪世界最先進的工業國家，看到先進的技術，無論在觀念上、在視野上，的確受益良多；

本處承辦公司的資本支出工程，雖然像汽電共生這樣工程在公司已經有 10 套以上的經驗，所有技術都已經公開透明，但是會有機會走一趟先進國家的先進工廠，總覺得別人強，不是強的沒道理；興工處的工作就是公司的服務業，服務

的品質改進，就在人才的培養，人才的培養除了純熟的專業知識外，就在開拓的胸襟與視野，建議有機會，每個資本支出可以讓 2~3 位同仁趁工作聯繫之便，看看別人是怎樣的工作態度，怎樣的工作方法，相信使用的經費有限，獲得的效益卻很顯著。